Tiro parabólico

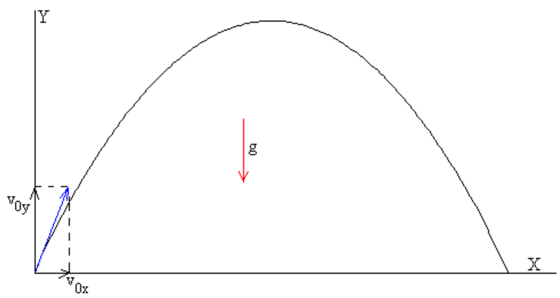
Nociones principales

Un tiro parabólico es aquel en el que un objeto es lanzado hacia arriba con cierto ángulo respecto al suelo, de tal forma que describe una parábola en el aire. Puede ser tratado como una combinación de movimientos: un movimiento rectilíneo uniforme (MRU) en el eje X y un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) en el eje Y. Usaremos fórmulas de ambos; si tienes alguna duda, consulta los apartados de cada uno de estos movimientos para refrescar.

Para los ejercicios de tiro parabólico asumiremos siempre que no existe rozamiento con el aire, y tomaremos $-9{,}8 m/s^2$ (en negativo) como valor de la gravedad. Por lo general (pero no siempre) situaremos el origen de coordenadas en el punto de lanzamiento.

Explicaremos el tiro parabólico a través de un ejercicio de ejemplo:

Ejemplo: *Un cañón dispara una bala con una velocidad de 100m/s y un ángulo de 30º. Calcular: a) la altura máxima que alcanza la bala. b) El tiempo que pasa hasta impactar contra el suelo. c) La distancia que alcanza. d) La velocidad con la que choca contra el suelo.*



Para resolver estos problemas, vamos a trabajar por separado en el eje X y en el eje Y. Planteemos las ecuaciones correspondientes y situemos los datos conocidos. Ten en cuenta que la velocidad inicial que nos da el enunciado es el vector indicado en azul en el dibujo. Debemos descomponerla en una componente X y una Y. Basta con un poco de trigonometría (fíjate que entre las dos componentes y la velocidad se forma un triángulo rectángulo).

Eje X

$V = V_0x = V_0 \cdot \cos \alpha$

$X = V_0x \cdot t = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

(1) $V = V_0x = 100 \cdot \cos 30 = 86{,}7 m/s$

(2) $X = 86{,}7 \cdot t$

Eje Y

$V = V_0y - gt = V_0 \cdot \text{sen } \alpha - gt$

$Y = Y_0 + V_0y - 1/2gt^2 = Y_0 + V_0 \cdot \text{sen } \alpha \cdot t - 1/2gt^2$

(3) $V = V_0y - 9{,}8t = 100 \cdot \text{sen } 30 - 9{,}8t = 50 - 9{,}8t$

(4) $Y = 0 + 50 - 1/2 \cdot 9{,}8 \cdot t^2 = 50t - 4{,}9t^2$

a) Nos piden la altura máxima de la bala. Tendríamos que utilizar la ecuación (4), pero nos hace falta el dato del tiempo. Sin embargo, podemos sacarlo a partir de la ecuación (3), si tenemos en cuenta que en el punto de altura máxima, la velocidad en Y es cero (es el punto en que deja de subir y empieza a caer). Así pues, igualamos (3) a cero:

$$50 – 9{,}8t = 0$$
$$t = 50/9{,}8 = 5{,}10 \text{ s}$$

Y con ese dato, nos vamos a (4)

$$Y = 50t – 4{,}9t^2$$
$$Y = 50(5{,}10) – 4{,}9(5{,}10)^2$$
$$Y = 255{,}10 – 127{,}45 = 97{,}65 \text{ m}$$

b) Ahora tenemos que calcular el tiempo que tarda en realizar toda la trayectoria. Aquí tenemos al menos un par de formas de hallar la solución. Podemos calcular (de nuevo con la ecuación (4)) el tiempo que tarda un objeto en caer desde una altura de 97,65m. Recuerda que en la composición de movimientos podemos tratar cada eje por separado, y así podemos fijarnos sólo en lo que ocurre en el eje Y (un objeto que cae), aunque en la realidad el objeto también se esté moviendo hacia adelante.
La segunda forma, más sencilla e intuitiva, es tener en cuenta que, al despreciar el rozamiento del aire, un tiro parabólico es una parábola simétrica, y por lo tanto va a tardar lo mismo en la segunda mitad del recorrido que en la primera mitad.
Por lo tanto, el tiempo total será de 5,10·2 = 10,2 s

c) Hallar la distancia máxima es sencillo: en la ecuación (2) sustituimos el tiempo total:

$$X = 86{,}7 \cdot 10{,}2 = 884{,}34 \text{ m}$$

d) Por último, tenemos que hallar la velocidad con la que llega al suelo. De nuevo, basta recordar que el movimiento es simétrico: impacta con la misma velocidad que se disparó, 100m/s.

Si tenemos que dar por separado las velocidades de cada eje (es decir V_fx y V_fy), podemos hacer lo siguiente:

- La velocidad final x es igual que la inicial, porque es constante (es un MRU).
- La velocidad final y, siguiendo el razonamiento del apartado b, puede hallarse como la velocidad con la que llega al suelo un objeto que cayera desde 97,65m. Si lo haces, verás que coincide también con la velocidad inicial V_0y